



Sveučilište u Zagrebu

Stomatološki fakultet

Sandra Kursar

IMPLANTOPROTETSKI RADOVI NOŠENI KRATKIM DENTALNIM IMPLANTATIMA

POSLIJEDIPLOMSKI SPECIJALISTIČKI RAD

Zagreb, 2019.

Rad je ostvaren na Zavodu za mobilnu protetiku Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Naziv poslijediplomskog specijalističkog studija: Dentalna implantologija

Mentor rada: izv. prof. dr. sc. Nikša Dulčić, Zavod za mobilnu protetiku Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Lektor hrvatskog jezika: Daniela Radan, mag. educ. philol. croat. et paed.

Lektor engleskog jezika: Ivana Škarpa Dulčić, prof.

Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu poslijediplomskog specijalističkog rada:

1. Prof.dr.sc. Darko Macan, predsjednik
2. Izv.prof.dr.sc. Nikša Dulčić, član
3. Izv.prof.dr.sc. Domagoj Žabarović, član
4. Doc.dr.sc. Marko Granić, zamjena

Datum obrane rada: 18.07.2019.

Rad sadrži: 44 stranice

3 tablice

1 CD

Rad je vlastito autorsko djelo koje je u potpunosti samostalno napisano uz naznaku izvora drugih autora i dokumenata korištenih u radu. Osim ako nije drukčije navedeno, sve su ilustracije (tablice, slike i dr.) u radu izvorni doprinos autora poslijediplomskog specijalističkog rada. Autor je odgovoran za pribavljanje dopuštenja za korištenje ilustracija koje nisu njegov izvorni doprinos, kao i za sve eventualne posljedice koje mogu nastati zbog nedopuštenog preuzimanja ilustracija odnosno propusta u navođenju njihovog podrijetla.

Sažetak

IMPLANTOPROTETSKI RADOVI NOŠENI KRATKIM DENTALNIM IMPLANTATIMA

Kratki dentalni implantati su povijesno povezani s nižim stopama preživljavanja i s nepredvidivim dugoročnim ishodima. Znanstveni dokazi ukazuju na to da kratki implantati (≤ 8 mm) imaju slične stope preživljavanja kao i implantati standardnih dimenzija (> 8 mm). Različiti oblici implantata, nadogradnji, vrsta veze i protetski nadomjesci bitni su čimbenici koji utječu na biomehaniku periimplantatnog tkiva, mikropropuštanje bakterija na razini implantat – nadogradnja te na preraspodjelu sila u kortikalnoj kosti oko implantata, što utječe na ukupni kumulativni uspjeh implantata. Svrha je rada razmotriti protetske čimbenike kojima se izbjegavaju biološke i mehaničke komplikacije. Pregledom literature prikazana su svojstva kratkih dentalnih implantata različitih proizvođača, stope uspješnosti uporabe kratkih implantata u različitim indikacijama, stope bioloških i tehničkih komplikacija povezanih s implantoprotetskim radovima nošenim kratkim implantatima i protetski čimbenici uspješne implantoprotetske rehabilitacije. Pregledom stručne i znanstvene literature putem *PubMed* mrežne stranice izvršena je meta-analiza. *PubMed* pretraživanje rezultiralo je pronalaskom 136 članaka, od kojih je, prema navedenim kriterijima uključivanja/isključivanja, 15 bilo dio meta-analize. Analizirano je ukupno 3336 ugrađenih kratkih dentalnih implantata duljine ≤ 8 mm i promjera ≥ 3 mm. Zaključak je da je visok kumulativni uspjeh kratkih dentalnih implantata moguć ako se poštuju protetski kriteriji uspješnosti: ugradnja kratkih dentalnih implantata u kost veće gustoće, pozicioniranje implantata u smjeru koji omogućuje aksijalni prijenos sila, uporaba implantata hrapave površine, većeg promjera sa što većim brojem navoja, postizanje koncepta implantat-zaštićene okluzije (*implant-protected occlusion*, IPO), uklanjanje lateralnih sila na protetskim nadomjescima, izbacivanje distalnih privjesaka na fiksnim protetskim konstrukcijama, splintiranje implantata te uporaba relaksacijskih Michigan udloga u slučaju bruksizma.

Ključne riječi: kratki dentalni implantati; implantoprotetika; omjer krana – implantat; marginalni gubitak kosti; splintiranje implantata; koncept implantat-zaštićene okluzije (*implant-protected occlusion*); vertikalna resorpcija kosti.

Summary

IMPLANT-PROSTHETIC REHABILITATION USING SHORT DENTAL IMPLANTS

Short dental implants are historically associated with lower survival rates and with unpredictable long-term outcomes. Scientific evidence suggests that short implants (≤ 8 mm) have similar survival rates as standard sized implants (> 8 mm). Different forms of implants, abutments, connection types, and prosthetic restorations are important factors that influence the biomechanics of the peri-implant tissue, bacterial microleakage at the implant – abutment level, and stress distribution in the cortical bone around implants, which influence the overall cumulative success of implants. The purpose of this paper is to establish prosthetic factors that help avoid biological and mechanical complications. Properties of short dental implants of different manufacturers, success rates of the use of short implants for various indications, biological and technical complications rates associated with prosthetic restorations supported by short implants, and prosthetic factors of successful implant-prosthetic rehabilitation, are shown in the literature review. A meta-analysis was performed by reviewing the professional and scientific literature on the PubMed website. The PubMed search resulted in finding 136 articles, 15 of which were part of the meta-analysis, according to the specified inclusion / exclusion criteria. A total of 3336 placed short dental implants with a length of ≤ 8 mm and a diameter of ≥ 3 mm were analyzed. The conclusion is that a high cumulative success of short dental implants is possible if the following prosthetic performance indicators are fulfilled: placement of short dental implants in the area of a higher bone density, positioning of implants in the direction that allows axial force transmission, use of rough surface implants with larger diameters and maximum number of threads, achievement of implant protected occlusion, removal of lateral forces on prosthetic restorations, avoidance of use of cantilevers for prosthetic rehabilitation, implant splinting and use of Michigan relaxation splints in case of bruxism.

Key words: short dental implants; implant prosthetics; crown-implant ratio; marginal bone loss; implant splinting; implant protected occlusion; vertical bone resorption.

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
1.1.	Svrha rada.....	3
2.	MATERIJALI I POSTUPCI	4
2.1.	Materijali	5
2.2.	Populacija istraživanja.....	5
2.3.	Metode (postupci).....	5
2.3.1.	Kriteriji uključivanja	5
2.3.2.	Kriteriji isključivanja.....	6
2.4.	Statistička analiza	6
3.	REZULTATI.....	8
3.1.	Statistički podaci	9
3.1.1.	Ukupni kumulativni uspjeh implantata.....	9
3.1.2.	Vrste protetskih radova.....	11
3.1.3.	Komplikacije	13
3.2.	Obrađena istraživanja	15
4.	RASPRAVA.....	20
5.	ZAKLJUČAK	28
6.	LITERATURA.....	30
7.	ŽIVOTOPIS	43

Popis skraćenica

IACI (*implant abutment connection interface*) – kontaktna površina implantat – nadogradnja

CIS (*cumulative implant succes*) – ukupni kumulativni uspjeh implantata

CI omjer (*crown to implant*) – omjer krunice i implantata

IPO (*implant protected occlusion*) – koncept implantat-zaštićene okluzije

MBL (*marginal bone loss*) – marginalni gubitak kosti

PS (*platform switching*) – promjena platforme

1. UVOD

Znanstvena istraživanja u području dentalne implantologije i implantoprotetike rezultiraju stalnim unapređivanjem materijala i dizajna dentalnih implantata, protetskih komponenti te kirurških i protetskih protokola. Navedeno povećava predvidljivost ishoda liječenja, dugoročni uspjeh i stopu preživljavanja dentalnih implantata u različitim indikacijama.

Vertikalna i horizontalna resorpcija kosti alveolarnog grebena kod gubitka zubi često zahtjeva njezinu augmentaciju pri ugrađivanju dentalnih implantata standardne duljine i promjera. Međutim, augmentacija kosti obuhvaća složene kirurške postupke, nelagodu pacijenta tijekom cijeljenja, produljeno vrijeme terapije, visoke troškove te relativno visok postotak neuspjeha.

Kako bi se to izbjeglo, posljednjih je godina učestalija primjena dentalnih implantata manje duljine. Poboljšanja makro i mikro dizajna, površinske strukture, veze nadogradnje i implantata te protetskih nadomjestaka igraju odlučujuću ulogu u povećanju kliničkih performansi, što je od osobite važnosti za kratke implantate (1, 2).

Različiti oblici implantata, implantantnih nadogradnji, vrsta veze i protetski nadomjesci bitni su čimbenici koji utječu na biomehaniku periimplantatnog tkiva, mikropropuštanje bakterija na razini kontaktne površine implantata i nadogradnje (IACI) te na preraspodjelu sila u kortikalnoj kosti oko implantata što utječe na ukupni kumulativni uspjeh implantata (CIS) (3, 4).

Definicija kratkog implantata u znanstvenoj literaturi je i dan danas predmet rasprave. U početku su kratki dentalni implantati definirani kao implantati s duljinom < 11 mm (5, 6), < 10 mm (7), < 8 mm (8) i < 6 mm (9), a ultra kratki implantati definirani kao implantati duljine ≤ 5 mm (10).

Međutim, na posljednjoj Europskoj konsenzusnoj konferenciji o kratkim dentalnim implantatima definirane su sljedeće dimenzije dentalnih implantata: kratki implantati duljine ≤ 8 mm i promjera $\geq 3,75$ mm, standardni implantati duljine ≥ 8 mm i promjera $\geq 3,75$ mm te ultra kratki implantati duljine < 6 mm (11). Također, navode da se kratki implantati u prvom redu koriste u svrhu izbjegavanja augmentacijskih postupaka povećanja resorbiranog alveolarnog grebena i primjenjivi su ako je vertikalna dimenzija alveolarnog grebena ograničena drugim anatomskim strukturama kao što su maksilarni sinus ili mandibularni kanal, ali je horizontalna dimenzija alveolarnog grebena dovoljna za ugradnju kratkog implantata promjera $\geq 3,75$ mm (11).

Kratki dentalni implantati su povijesno povezani s nižim stopama preživljavanja i s nepredvidivim dugoročnim ishodima (12–15), ali noviji znanstveni dokazi sugeriraju da kratki implantati imaju slične stope preživljavanja kao i implantati standardnih dimenzija (> 8 mm) (10). Mogućnost uspješne implantoprotetske rehabilitacije kratkim implantatima je prepoznata, no za njihovu širu primjenu treba poboljšati informiranost kliničara o stopi uspješnosti njihovog preživljavanja te izbjegavanju bioloških i tehničkih komplikacija.

1.1. Svrha rada

Svrha je rada prikazati izradu implantoprotetskih radova nošenih kratkim dentalnim implantatima, analizirati protetsko gledište uporabe kratkih dentalnih implantata pregledom stručne i znanstvene literature te izraditi meta-analizu rezultata pretraživanja literature.

Potrebno je razmotriti sljedeće protetske čimbenike kako bi se izbjegle biološke i mehaničke komplikacije:

- omjer krunice i implantata (CI omjer)
- meziodistalna duljina protetskog nadomjeska (duljina privjeska)
- povezivanje susjednih implantata u blok ili ne
- okluzijska razmatranja koncepta implantat-zaštićene okluzije (IPO).

Temeljem prikupljenih informacija u predistraživanju, postavljena je hipoteza da je ukupni kumulativni uspjeh kratkih dentalnih implantata u gornjoj i donjoj čeljusti sličan ukupnom kumulativnom uspjehu standardnih implantata uz prethodno poštivanje protetskih načela.

2. MATERIJALI I POSTUPCI

2.1. Materijali

Navedeni članci prikupljeni su pretraživanjem *PubMed* mrežne stranice korištenjem ključnih riječi: kratki dentalni implantati, vertikalna resorpcija kosti, implantoprotetika, omjer krunice i implantata, marginalni gubitak kosti (MBL), splintiranje implantata, koncept implantat-zaštićene okluzije (IPO). Izvršena je meta-analiza rezultata pretraživanja literature.

2.2. Populacija istraživanja

Populacija istraživanja obuhvaća punoljetne muškarce i žene.

2.3. Metode (postupci)

Osnovni kriteriji koji su zadani za meta-analizu bili su obrada literature u kojoj se navode kratki dentalni implantati duljine ≤ 8 milimetara, promjera ≥ 3 milimetra.

2.3.1. Kriteriji uključivanja

Kriteriji uključivanja bili su sljedeći: kratki dentalni implantati duljine ≤ 8 mm, klinička istraživanja s trajanjem od najmanje 6 mjeseci, populacija istraživanja oba spola ≥ 18 godina, kliničke studije gdje su zabilježene vrste implantoprotetskih radova te uzročno-posljedične veze dizajna protetskog nadomjeska s duljinom i promjerom implantata te objavljeni rezultati ukupnog kumulativnog uspjeh implantata.

2.3.2. Kriteriji isključivanja

Kriteriji isključivanja bile su studije s nefiziološkim opterećenjima (ortodoncija), studije provedene na laboratorijskim životinjama i studije koje navode uporabu kratkih dentalnih implantata duljine veće od 8 milimetara.

2.4. Statistička analiza

PubMed pretraživanje rezultiralo je pronalaskom 136 članaka od kojih je, prema navedenim kriterijima uključivanja/isključivanja, 15 bilo dio meta-analize, a ostali su korišteni kao referentni tekstovi i recenzije koje nisu konkretno uključivale kratke dentalne implantate duljine ≤ 8 mm, ali daju podatke o implantatima većih duljina i stoga se mogu koristiti kao komparativna referenca. Navedeni članci su odabrani u širokom rasponu studijskih varijabli, od kojih većina nije bila međusobno usklađena. Podaci su bili grupirani u različite tablice prema promatranim varijablama.

U radu su opisane sljedeće varijable:

- implantološki sustavi: *Pyramidion, BTI, Straumann, Biohorizons, MasterPorous, Bicon, Nobel Biocare, Endopore, Astra Tech, Branemark, MegaGen, Zimmer Biomet, Camlog*
- duljina implantata ≤ 8 mm
- promjer implantata ≥ 3 mm
- vrijeme praćenja ≥ 6 mjeseci
- vrijeme zarastanja od 2 do 6 mjeseci
- lokacija implantata gornja i donja čeljust
- vrsta protetskog rada – FPD (*fixed partial denture*) most nošen implantatima, FFA (*fixed full arches*) semicirkularni most na implantatima, SC (*single crown*) pojedinačne krunice na implantatu (cementirana, blok, na vijak), OD (*overdenture*) totalna proteza retinirana implantatima (prečka, teleskopi, kugličaste spojke)
- gubitak implantata

- ukupni kumulativni uspjeh implantata (%) – postotak uspješno oseointegriranih implantata koji su podvrgnuti funkcionalnom opterećenju bez prisutnosti bioloških i mehaničkih simptoma ili dokaza nedostatka oseointegracije nakon što su stavljani u funkciju
- uzroci gubitka oseointegracije i komplikacije: biološke komplikacije (prije protetske opskrbe) i mehaničke komplikacije (nakon protetske opskrbe).

Pregledom literature prikazat će se stope uspješnosti uporabe kratkih dentalnih implantata u različitim indikacijama, protetski čimbenici uspješne implantoprotetske rehabilitacije kratkim dentalnim implantatima, svojstva kratkih dentalnih implantata različitih proizvođača te stope bioloških i tehničkih komplikacija povezanih s implantoprotetskim radovima nošenim kratkim dentalnim implantatima.

3. REZULTATI

3.1. Statistički podaci

PubMed pretraživanje rezultiralo je pronalaskom 136 članaka od kojih je, prema navedenim kriterijima uključivanja/isključivanja, 15 bilo dio meta-analize (Tablica 1.).

Tablica 1. sažima detalje svake studije. Analizirano je ukupno **3336** ugrađenih kratkih dentalnih implantata duljine ≤ 8 mm i promjera ≥ 3 mm. Ukupan broj izgubljenih kratkih dentalnih implantata je **257**.

Tablica 2. sažima vrste protetskih nadomjestaka na implantatima te njihov broj.

Tablica 3. sažima broj izgubljenih implantata s lokacijom gubitka te uzroke gubitka oseointegracije i komplikacije.

Osnovni protetski čimbenici, na temelju kojih se dolazilo do rezultata, utjecaj su velikog omjera krunica – implantata na prijenos sila preko protetskog nadomjeska na okolnu kost te posljedični marginalni gubitak kosti oko implantata.

3.1.1. Ukupni kumulativni uspjeh implantata

Ukupni kumulativni uspjeh kratkih dentalnih implantata je postotak uspješno opterećenih implantata. Uspješan implantat analiziran je kao oseointegrirani implantat koji je podvrgnut funkcionalnom opterećenju. Gubitak implantata definiran je gubitkom oseointegracije prije ili nakon što je protetski opskrbljen.

Ukupni kumulativni uspjeh kratkih dentalnih implantata iznosi **92,3 %**. Ukupan broj ugrađenih kratkih dentalnih implantata je **3336**, a ukupan broj izgubljenih kratkih dentalnih implantata je **257** (Tablica 1.).

Tablica 1. Podaci iz obrađenih istraživanja

Objavljeni rad	Vrsta rada	Populacija (n)	Implantati (n)	Sustav	Duljina (mm)	Promjer (mm)	Vrijeme praćenja (mjeseci)	Vrijeme zarastanja (mjeseci)	Lokacija	Vrsta protetskog rada	Gubitak implantata (n)	Ukupni kumulativni uspjeh implantata (%)
Reich i sur. 2017 (16)	*	9	30	◇	5 6 7	3.75 4.1	36	3 do 6	G / D	FPD / OD (teleskopi) / OD(prečka) / OD (kugla)	2	28/30 93,30%
Anitua i sur. 2013 (17)	**	63	128	†	≤8,5	3-6	24	6 do 9	G / D	SC / SC(blok) / OD	0	128/128 100%
Naenni i sur. 2018 (18)	***	40	50	‡	6	4.1	60	2	G / D	SC(vijak)	4	46/50 92%
Guarnieri i sur. 2018 (19)	*	30	28	?	6 7	4.1	36	4 do 6	G / D	SC / SC(blok)	1	27/28 96.4%
Molon i sur. 2017 (20)	***	10	20	○	5.5	5	6	4	D	SC (blok , na vijak)	0	100
Demiralp i sur. 2015 (21)	**	111	381	▪	5-8	3-5	60	nema podataka	G / D	SC / SC(blok) / OD	10	371/381 97.4%
Rossi i sur. 2010 (22)	*	35	40	‡	6	4.1 4.8	24	6	G / D	SC / SC (blok)	2	38/40 95%
Malo i sur. 2011 (23)	*	127	217	◦	7	4	60	6	G / D	SC / SC(blok) / FPD	10	207/217 95.4%
Perelli i sur. 2011 (24)	*	40	55	~	5 7	4.1-5	60	6	D	SC / SC(blok) / OD	9	46/55 83.6%
Lops i sur. 2012 (25)	**	121	108	‡*	4.75 4.1 4.8	8	120-240	3 do 6	G / D	SC / FPD / FFA	4	104/108 96.3%
Rossi i sur. 2015 (26)	***	30	30	‡	4.1	6	60	6	G / D	SC	4	26/30 86.7%
Sahrman i sur. 2016 (27)	***	41	41	‡	4.1	6	36	2	G / D	SC	1	40/41 97.5%

Objavljeni rad	Vrsta rada	Populacija (n)	Implantati (n)	Sustav	Duljina (mm)	Promjer (mm)	Vrijeme praćenja (mjeseci)	Vrijeme zarastanja (mjeseci)	Lokacija	Vrsta protetskog rada	Gubitak implantata (n)	Ukupni kumulativni uspjeh implantata (%)
Pieri i sur. 2012 (28)	*	25	61	x	6	4	24	5-6	D	FPD	2	59/61 96.8%
Karhikeyan i sur. 2012 (29)	* ** ***	Nema podataka	2117	† ‡ ▪ ◻ ~ _x Ł P v	6 7	3-6	12-120	4-6	G/D	FPD/FFA/ SC/OD	208	1909/2117 90.2%
Lorenz i sur. 2019 (30)	**	14	30	○	7	3.8 4.3 5.0	60	4	G	SC/ FPD/ OD	0	30/30 100%

*Kohortno prospektivno istraživanje; ** Retrospektivno istraživanje; *** Kontrolirano kliničko istraživanje; ◇ Pyramidion; † BTI; ‡ SLActive, Institute Straumann; ¶ Biohorizons; ○ MasterPorous; ▪ BICON; ‡* ITI, Institute Straumann; ◻ Nobel Biocare; ~ Endopore; x OsseoSpeed, Astra Tech; Ł Branemark Implants, Nobel Biocare; P MegaGen; v Osseotite implants 3i, Astra Tech; ○ Conelog®, Camlog Biotechnologies; G – gornja čeljust; D – donja čeljust; FPD – (fixed partial denture) most nošen implantatima; FFA – (fixed full arches) – semicirkularni most na implantatima; SC – (single crown) - pojedinačne krunice na implantatu (cementirana, blok, na vijak); OD - (overdenture) - totalna proteza retinirana implantatima (prečka, teleskopi, kugličaste spojke).

3.1.2. Vrste protetskih radova

U Tablici 2. zabilježene su vrste protetskih radova i njihov broj. Protetska opskrba kratkih implantata uključuje ukupno **1121** fiksnih protetskih nadomjestaka (256 pojedinačnih krunica na implantatu, 483 pojedinačne krunice na implantatu povezane u blok i 382 nesvrstana rada) te 48 mobilnih protetskih radova retiniranih na prečkama, kuglama i teleskopima.

Tablica 2. Vrste protetskih radova na implantatima

OBJAVLJENI RAD	PROTETSKI NADOMJESTAK	KOLIČINA (n)
Reich i sur. 2017 (16)	Fiksni nadomjestak nošen implantatima	14
	Teleskopski sustavi	5
	Mobilni nadomjestak retiniran prečkama	4 implantata
	Mobilni nadomjestak retiniran kugličastim spojkama	7 implantata
Anitua i sur. 2013 (17)	Pojedinačna krunica na implantatu	3
	Pojedinačne krunice na implantatu povezane u blok	117
	Totalna proteza nošena implantatima	8 implantata
	<i>Nadomjesci na vijak</i>	105
	<i>Cemetirani nadomjesci</i>	23
	<i>Privjesak na nadomjesku</i>	12
Naenni i sur. 2018 (18)	Pojedinačna krunica na implantatu na vijak	50
Guarnieri i sur. 2018 (19)	Pojedinačna krunica na implantatu	13
	Pojedinačne krunice na implantatu povezane u blok	14
Molon i sur. 2017 (20)	Pojedinačne krunice na implantatu povezane u blok na vijak	20
Demiralp i sur. 2015 (21)	Pojedinačne krunice na implantatu	56
	Pojedinačne krunice na implantatu povezane u blok	299
	Totalna proteza nošena implantatima	16 implantata
Rossi i sur. 2010 (22)	Pojedinačne krunice na implantatu / Pojedinačne krunice na implantatu povezane u blok	38
Malo i sur. 2011 (23)	Pojedinačne krunice na implantatu/ pojedinačne krunice na implantatu povezane u blok/ most nošen implantatima	165
Perelli i sur. 2011 (24)	Pojedinačne krunice na implantatu	21
	Pojedinačne krunice na implantatu povezane u blok	29
	Totalna proteza retinirana implantatima	1 (4 impl)
Lops i sur. 2012 (25)	Pojedinačne krunice na implantatu	26
	Most nošen implantatima	24 (56 impl.)
	Semicirkularni most nošen implantatima:	4 (26impl.)

OBJAVLJENI RAD	PROTETSKI NADOMJESTAK	KOLIČINA (n)
Rossi i sur. 2015 (26)	Pojedinačne krunice na implantatu	29
Sahrman i sur. 2016 (27)	Pojedinačne krunice na implantatu	41
Pieri i sur. 2012 (28)	Most nošen implantatima	25 (59 impl.)
Karthikeyan i sur. 2012 (29)	Most nošen implantatima	Nema podataka
	Semicirkularni most na implanatima	
	Pojedinačne krunice na implantatu	
	Totalna proteza retinirana implantatima	
Lorenz i sur. 2019 (30)	Pojedinačne krunice na implantatu	17
	Pojedinačne krunice na implantatu povezane u blok	4
	Totalna proteza retinirana implantatima (teleskopi)	9 implantata

3.1.3. Komplikacije

U Tablici 3. zabilježen je broj izgubljenih implantata s lokacijom gubitka, uzrocima gubitka oseointegracije i komplikacije.

Komplikacije se dijele na biološke, nastale u periodu cijeljenja prije protetske opskrbe implantata te mehaničke komplikacije, nastale kod funkcijski opterećenog protetski opskrbljenog implantata.

Gubitak implantata se u **55,1 %** slučajeva dogodio prije protetskog opterećenja implantata. Razlozi su: gubitak oseointegracije kao posljedica ugradnje implantata u atrofičnu, mekanu lateralnu kost (tip D3-D4); ugradnja implantata kod pušača i parodontološki kompromitiranih pacijenata; imedijatna implantacija; akutna infekcija i periimplantitis te asimptomatski gubitak oseointegracije.

Nakon protetske opskrbe implantata zabilježen je gubitak oseointegracije u **44,9 %** slučajeva. Navedeni razlozi su asimptomatski gubitak oseointegracije s frakturom okolne kosti te bruksizam.

Tablica 3. Komplikacije

OBJAVLJENI RAD	Gubitak implantata i lokacija	Uzroci gubitka osteointegracije i komplikacije	
		Prije protetske opskrbe (biološke komplikacije)	Nakon protetske opskrbe (biološke i mehaničke komplikacije)
Reich i sur. 2017 (16)	2 implantata lateralna gornja čeljust	Atrofična lateralna gornja čeljust, kost D3-D4, pušači	
Anitua i sur. 2013 (17)	-	-	-
Naenni i sur. 2018 (18)	1 implantat premolarne regije gornje čeljusti i 3 implantata molarne regije donje čeljusti	Pušači i parodontološki kompromitirani pacijenti	Asimptomatski gubitak oseointegracije (4 implantata)
Guarnieri i sur. 2018 (19)	1 implantat molarne regije gornje čeljusti	Asimptomatski gubitak oseointegracije	-
Molon i sur. 2017 (20)	-	-	-
Demiralp i sur. 2015 (21)	10 implantata- premolarna regija donje čeljusti i frontalna regija gornje čeljusti	Asimptomatski gubitak oseointegracije nakon imedijatne implantacije, kost D3	-
Rossi i sur. 2010 (22)	2 implantata -molarne i premolarna regija , nepoznata čeljust	Asimptomatski gubitak oseointegracije	-
Malo i sur. 2011 (23)	1 premolarna regija gornje čeljusti i 9 molarne regija donje čeljusti	Periimplantitis (1 implantat)	Asimptomatski gubitak oseointegracije (9 implantata)
Perelli i sur. 2011 (24)	9 implantata -nema podataka o lokaciji	Akutna infekcija i periimplantitis (1 implantat)	Asimptomatski gubitak oseointegracije (8 implantata)
Lops i sur. 2012 (25)	4 implantata -nema podataka o lokaciji	-	Periimplantitis (4 implantata)
Rossi i sur. 2015 (26)	4 implantata – premolarna i molarne regije	Asimptomatski gubitak oseointegracije (1 implantata)	Asimptomatski gubitak oseointegracije (3 implantata) – fraktura oklone kosti
Sahrman i sur. 2016 (27)	1 implantat- lateralna gornja čeljust	-	Asimptomatski gubitak oseointegracije (1 implantat)
Pieri i sur. 2012 (28)	2 implantata – lateralna regija donje čeljusti	Asimptomatski gubitak oseointegracije (2 implantata)	Lom obložne keramike, popuštanje i lom vijka, popuštanje cementa
Karthikeyan i sur. 2012 (29)	208 implantata- nema podataka o lokaciji	Asimptomatski gubitak oseointegracije, mekana kost D4, glatko obrađena površina implantata	Bruksizam , lom obložne keramike
Lorenz i sur. 2019 (30)	-	-	-

3.2. Obradena istraživanja

Reich i suradnici (16) proveli su istraživanje na populaciji od 9 osoba, kojima je u gornju i donju čeljust ugrađeno 30 implantata (*Pyramidion* 5/6/7 mm x 3,75 mm / 4,1 mm). Nakon čekanja procesa oseointegracije u trajanju od 3 do 6 mjeseci, implantati su opterećeni različitim protetskim nadomjescima (most nošen implantatima, totalna proteza retinirana implantatima – prečka, teleskopi, kugličaste spojke). Nakon vremenskog intervala praćenja u trajanju od 36 mjeseci, 2 su implantata izgubljena te je ukupni kumulativni uspjeh 93,3 %. U svom istraživanju ne navode statistički značajne razlike marginalnog gubitka kosti (MBL) oko kratkog dentalnog implantata, u lateralnoj regiji gornje i donje čeljusti. Osim mikrobioloških, navode nekoliko biomehaničkih aspekata koji utječu na održavanje kortikalne kosti periimplantantnog tkiva: „Konusne i paralelne kontaktne površine implantata i nadogradnje osiguravaju rotacijsku stabilnost i smanjuju mikropukotine i mikropopuštanje“ (31). Još jedan važan čimbenik je debljina ramena implantata koja može biti slaba točka u dizajnu kratkog implantata zbog elastične deformacije izazvane neaksijalnim opterećenjem (32). Ova činjenica može biti razlog mehaničkog (neupalnog) uzrokovanog gubitka krestalne kosti oko implantata. Kako bi se navedeno spriječilo, ističu da je potrebno protetske radove na implantatima povezati u blok kad god je to moguće (33, 34).

Anuita i suradnici (17) proveli su istraživanje na populaciji od 63 osobe, kojima je u gornju i donju čeljust ugrađeno 128 implantata ($BTI \leq 8,5$ mm x 3 – 6 mm). Nakon čekanja procesa oseointegracije u trajanju od 6 do 9 mjeseci, implantati su opterećeni različitim protetskim nadomjescima (pojedinačne krunice na implantatu, pojedinačne krunice na implantatu povezane u blok i totalna proteza retinirana implantatima). Nakon vremenskog intervala praćenja u trajanju od 24 mjeseca, niti jedan implantat nije izgubljen te je ukupni kumulativni uspjeh 100 %. Navode da veliki C/I omjer opterećenih BTI kratkih dentalnih implantata, smještenih u lateralnim područjima gornje i donje čeljusti nema utjecaj na MBL. Jedina protetsko-biomehanička varijabla koja je pokazala značajan negativan utjecaj na MBL, bila je izrada protetskih nadomjestaka s privjescima kao posljedicom stvaranja velikih lateralnih neaksijalnih sila prilikom žvakanja na periimplantatnu kortikalnu kost.

Neani i suradnici (18) proveli su istraživanje na populaciji od 40 osoba. Naime, u gornju i donju čeljust ugrađeno je 50 implantata (*Straumann* 6 mm x 4,1 mm). Nakon čekanja procesa oseointegracije u trajanju od 2 mjeseca, implantati su opterećeni pojedinačnim kunicama pomoću implantata na vijak. Nakon vremenskog intervala praćenja u trajanju od 60 mjeseci, 4 su implantata izgubljena te je ukupni kumulativni uspjeh 92 %. U svom istraživanju navode da su kratki dentalni implantati duljine 6 mm pokazali znatno niže stope preživljavanja u usporedbi sa standardnim dentalnim implantatima duljine 10 mm, i to tijekom 5 godina praćenja, no izgubljeni implantati nisu pokazali nikakav znak marginalnog gubitka koštane mase ili periimplantitisa prije gubitka oseointegracije. Nije bilo razlike između gornje i donje čeljusti. Visoki C/I omjer i duljina implantata nisu imali značajan utjecaj na marginalne promjene periimplantatne kosti ili tehničke i biološke komplikacije.

Guarneri i suradnici (19) proveli su istraživanje na populaciji od 30 osoba, kojima je u gornju i donju čeljust ugrađeno 28 implantata (*Biohorizons* 6 mm / 7 mm x 4,6 mm). Nakon čekanja procesa oseointegracije u trajanju od 4 do 6 mjeseca, implantati su opterećeni različitim protetskim nadomjescima (pojedinačne krunice na implantatu i pojedinačne krunice na implantatu povezane u blok). Nakon praćenja u trajanju od 36 mjeseci, 1 je implantat izgubljen te je ukupni kumulativni uspjeh 96,4 %. Navode da bez obzira na C/I omjer, duljinu implantata, mjesto ugradnje, vrstu antagonista i vrstu protetskog nadomjeska, kratki i standardni dentalni implantati s laserski obrađenom površinom imaju slične stope preživljavanja i promjene promatrane na razini MBL i peri-implantatnog mekog tkiva u razdoblju praćenja od 3 godine.

Molon i sur. (20) proveli su istraživanje na populaciji od 10 osoba, kojima je u gornju i donju čeljust ugrađeno 20 implantata (*MasterPorous* 5,5 mm x 5 mm). Nakon čekanja procesa oseointegracije u trajanju od 4 mjeseca, implantati su opterećeni pojedinačnim kunicama na implantatu povezanima u blok, na vijak. Nakon vremenskog intervala praćenja u trajanju 6 mjeseci, niti jedan implantat nije izgubljen te je ukupni kumulativni uspjeh 100 %.

Navode da je potrebno splintirati krunice na implantatima zbog nepovoljnog C/I omjera s ciljem povećanja površine funkcionalnog područja primjene okluzalnog opterećenja te tako kompenzirati smanjenu duljinu implantata i povećanu koncentraciju naprezanja u kortikalnom koštanom tkivu (35, 36, 37). Nadalje, kratki dentalni implantati s većim promjerom kompenziraju manju duljinu implantata povećanjem površine na koju se prenosi okluzalna sila, stoga je njihova preporuka opravdana 100 % kumulativnim uspjehom implantata.

Demiralp i sur. (21) proveli su istraživanje na populaciji od 111 osoba. U gornju i donju čeljust ugrađen je 381 implantat (*Bicon* 5 – 8 mm x 3 – 5 mm). Nakon čekanja procesa oseointegracije u trajanju od 4 mjeseca, implantati su opterećeni različitim protetskim nadomjescima (pojedinačne krunice na implantatu na cementiranje, pojedinačne krunice na implantatu povezane u blok i totalna proteza retinirana implantatima). Nakon vremenskog intervala praćenja u trajanju 60 mjeseci, 10 je implantata izgubljeno te je ukupni kumulativni uspjeh 97,4 %. Utvrdili su da *Bicon* kratki dentalni implantati imaju usporedive stope preživljavanja, kao i druge vrste zubnih implantata. S druge strane, spol, pušenje i vrste protetskog nadomjeska nisu utjecali na stope preživljavanja implantata. Činjenica da pušenje nije utjecalo na opstanak može biti posljedica kratkog vremena praćenja. Splintirani protetski radovi imali su veću stopu preživljavanja od onih s pojedinačnim krunama (38).

Rossi i sur. (22) proveli su istraživanje na populaciji od 35 osoba kojima je u gornju i donju čeljust ugrađeno 40 implantata (*Straumann* 6 mm x 4,1 mm / 4,8 mm). Nakon čekanja procesa oseointegracije u trajanju od 6 mjeseci, implantati su opterećeni različitim protetskim nadomjescima (pojedinačne krunice na implantatu, pojedinačne krunice na implantatu povezane u blok). Nakon vremenskog intervala praćenja u trajanju od 24 mjeseca, 2 su implantata izgubljena te je ukupni kumulativni uspjeh 95 %. Objavljaju da je površinska konfiguracija implantata značajniji faktor od dužine implantata.

Malo i suradnici (23) proveli su istraživanje na populaciji od 127 osoba kojima je u gornju i donju čeljust ugrađeno 217 implantata (*Nobel Biocare* 7 mm x 4 mm). Nakon čekanja procesa oseointegracije u trajanju od 6 mjeseci, implantati su opterećeni različitim protetskim nadomjescima (pojedinačne krunice na implantatu, pojedinačne krunice na implantatu povezane u blok). Nakon vremena praćenja u trajanju 60 mjeseci, 10 je implantata izgubljeno te je ukupni kumulativni uspjeh 95,4 %. Objavljaju da je jedina komplikacija jednog protetski opterećenog kratkog dentalnog implantata uzrokovana periimplantitisom, ostali su neuspjesi nastali prije protetske opskrbe u fazi oseointegracije.

Parelli i sur. (24) proveli su istraživanje na populaciji od 40 osoba kojima je u gornju i donju čeljust ugrađeno 55 implantata (*Endopore* 5 – 7 mm x 4,1 – 5 mm). Nakon čekanja procesa oseointegracije u trajanju od 6 mjeseci, implantati su opterećeni različitim protetskim nadomjescima (pojedinačne krunice na implantatu, pojedinačne krunice na implantatu povezane u blok, totalna proteza retinirana implantatima). Nakon vremenskog intervala praćenja u trajanju 60 mjeseci, 9 je implantata izgubljeno te je ukupni kumulativni uspjeh 83,6 %. Ističu da se uporaba kratkih dentalnih implantata pokazala kao prihvatljiv klinički

ishod u liječenju bezubosti, iako navode nešto slabiji kumulativni uspjeh implantata u odnosu na ostale.

Lops i sur. (25) proveli su istraživanje na populaciji od 121 osoba, kojima je u gornju i donju čeljust ugrađeno 108 implantata (*Straumann* 8 mm x 4,75 mm / 4,1 mm / 4,8 mm). Nakon čekanja procesa oseointegracije u trajanju od 3 do 6 mjeseci, implantati su opterećeni različitim protetskim nadomjescima (pojedinačne krunice na implantatu, most nošen implantatima, semicirkuarni most na implantatima). Nakon vremenskog intervala praćenja u trajanju 120 – 240 mjeseci, 4 su implantata izgubljena te je ukupni kumulativni uspjeh 96,3 %. Također potvrđuju visoku pouzdanost uporabe kratkih implantata opterećenih fiksnim protetskim nadomjescima, no ipak je potrebno provesti istraživanje na većem broju uzoraka s dužim vremenom praćenja.

Rossi i sur. (26) proveli su istraživanje na populaciji od 30 osoba kojima je u gornju i donju čeljust ugrađeno 30 implantata (*Straumann* 6 mm x 4,1 mm). Nakon čekanja procesa oseointegracije u trajanju od 6 mjeseci, implantati su opterećeni različitim protetskim nadomjescima (pojedinačne krunice na implantatu, most nošen implantatima, semicirkuarni most na implantatima). Nakon vremenskog intervala praćenja u trajanju 60 mjeseci, 4 su implantata izgubljena te je ukupni kumulativni uspjeh 86,7 %. Objavljaju sličan iznos MBL-a kratkih dentalnih implantata u usporedbi sa standardnim dentalnim implantatima unutar 5 godina opterećenja. Međutim, navode da je ipak zabilježen veći stupanj gubitka kratkih dentalnih implantata, vjerojatno kao posljedica frakture okolne potporne kosti.

Sahrmann i sur. (27) proveli su istraživanje na populaciji od 41 osobe kojima je u gornju i donju čeljust ugrađeno 41 implantat (*Straumann* 6 mm x 4,1 mm). Nakon čekanja procesa oseointegracije u trajanju od 2 mjeseca, implantati su opterećeni pojedinačnim krunicama na implantatu. Nakon vremena praćenja u trajanju od 36 mjeseci, 1 je implantat izgubljen te je ukupni kumulativni uspjeh 97,5 %. Objavljaju da omjer krunica – implantat nije bio statistički povezan s većim marginalnom gubitku kostiju. Međutim, primijećen je veći MBL s koštanim džepovima ≥ 5 mm. Ipak, u zaključku ističu da se uporaba kratkog dentalnog implantata duljine 6 mm može smatrati izvedivom opcijom prilikom rekonstrukcije nedostatka jednog zuba u lateralnoj regiji.

Pieri i sur. (28) proveli su istraživanje na populaciji od 25 osoba kojima je u gornju i donju čeljust ugrađeno 61 implantat (*Astra Tech* 6 mm x 4 mm). Nakon čekanja procesa

oseointegracije u trajanju od 5 do 6 mjeseci, implantati su opterećeni mostom na implantatima. Nakon vremenskog intervala praćenja u trajanju od 24 mjeseca, 2 su implantata izgubljena te je ukupni kumulativni uspjeh 96,8 %. Ističu da je važno poštivati IPO – osigurati ravnu okluzalnu ravninu, smanjiti nagib kvržice, postići okluziju vođenu očnjakom ili grupno vođenu okluziju. Također, ističu da implantati s promjenom platforme (PS) pokazuju manji vertikalni i horizontalni gubitak kosti oko implantata u usporedbi sa standardnim platformama implantata i da su uspješno protetski opterećeni implantati nakon 2 godine praćenja pokazali manje od 1 mm MBL.

Karthikeyan i suradnici (29) proveli su veliko sustavno istraživanje na velikom broju ugrađenih kratkih dentalnih implantata. Nakon početne selekcije prema kriterijima uključivanja broj kratkih dentalnih implantata je bio 2117 implantata (*Zimmer Biomet, MegaGen, Branemark, Astra Tech, Endopore, Nobel Biocare, Bicon, Straumann, BTI* – 6 mm, 7 mm x 3 – 6 mm). Nakon čekanja procesa oseointegracije u trajanju od 4 do 6 mjeseci, implantati su opterećeni različitim protetskim nadomjescima (most nošen implantatima, semicirkularni most na implantatima, pojedinačne krunice na implantatu (cementirana, blok, na vijak, totalna proteza retinirana implantatima). Nakon vremena praćenja u trajanju od 12 do 120 mjeseci, 208 je implantata izgubljeno te je ukupni kumulativni uspjeh 90,2 %. Kao povećane uzroke komplikacija navode mekanu osteoporotičnu kost, glatko obrađenu površinu implantata i distalnije postavljene implantate zbog razvijanja velikih okluzalnih sila.

Lorenz i suradnici (30) proveli su istraživanje na populaciji od 14 osoba kojima je u gornju čeljust ugrađeno 30 implantata (*Camlog* 7 mm x 3,8 / 4,3 / 5,0 mm). Nakon čekanja procesa oseointegracije u trajanju od 4 mjeseca, implantati su opterećeni različitim protetskim nadomjescima (pojedinačne krunice na implantatu, most nošen implantatima, totalna proteza retinirana implantatima, teleskopski sustavi). Nakon vremenskog intervala praćenja u trajanju od 60 mjeseci, niti jedan implantat nije izgubljen te je ukupni kumulativni uspjeh 100 %. Navode da nepovoljan C/I omjer ili smanjena kontaktna površina implantata s kosti nema negativan utjecaj na uspješnu primjenu kratkih dentalnih implantata ili na zdravlje periimplantatnog tkiva.

4. RASPRAVA

Nedvojbeno je da kratki dentalni implantati imaju važnu ulogu u rehabilitaciji djelomične bezubosti.

Međutim, kratki implantati su povijesno povezani s nižim stopama preživljavanja i s nepredvidivim dugoročnim ishodima (12–15). Ipak, znanstveni dokazi sugeriraju da kratki implantati imaju slične stope preživljavanja kao i implantati standardnih dimenzija (> 8 mm) (10, 39–47). Kratki dentalni implantati nude nekoliko kirurških prednosti u odnosu na standardne implantate. U lateralnim područjima smanjuju potrebu za kompliciranim kirurškim postupcima augmentacije resorbiranog alveolarnog grebena. Nadalje, postoji manji rizik nastanka kirurških komplikacija, kao što su rizik perforacije sinusa ili mandibularna parestezija (48, 49). Smanjena dimenzija svrdla i implantata povećava jednostavnost pripreme i postavljanja implantata u koštano ležište. Na mjestu ugradnje implantata manji je rizik od pregrijavanja kosti. Kod apikalno divergentnih susjednih zubnih korjenova kratke dentalne implantate moguće je postaviti koronalnije od apeksa zuba, bez ugrožavanja položaja implantata. Iz pacijentove perspektive, kraći implantati smanjuju vrijeme kompletne implantoprotetske terapije, neudobnost i ukupne troškove vezane uz postupke augmentacije kosti (50–55).

Svi navedeni čimbenici čine kratke dentalne implantate vrlo atraktivnom opcijom za liječenje bezubosti, no za njihovu širu primjenu treba obrazložiti činjenice koje potvrđuju dugoročnu uspješnost njihove primjene te izbjegavanje bioloških i tehničkih komplikacija.

Implantati se uvijek nastoje postavljati u smjeru koji omogućuje aksijalni prijenos sila zbog najpovoljnije distribucije opterećenja na okolnu kortikalnu kost (56).

Analizom žvačne funkcije smatra se da samo manji dio žvačnih sila ima povoljan aksijalni smjer dok je većina sila usmjerena u drugim smjerovima koji imaju nepovoljan učinak na periimplantatnu kost.

Misch i suradnici (38) ističu da je biomehaničko obrazloženje za korištenje kratkih dentalnih implantata to što oseointegrirani implantat distribuira većinu protetskog opterećenja na krestalnu kost oko implantata, dok se vrlo malo naprezanja prenosi na apikalni dio (57, 58). Stoga duljina kratkog dentalnog implantata ne mora biti primarni faktor za raspodjelu protetskog opterećenja.

Na kortikalnoj bukalnoj kosti oko vrata implantata prisutno je maksimalno *von Mises* naprezanje kao posljedica kosog opterećenja (59). Stoga je smanjenje neaksijalnog

opterećenja implantata neophodno u održavanju biomehaničke raspodjele naprezanja u kortikalnoj kosti oko implantata (59, 60).

Standardni implantati pokazali su značajno niži postotak naprezanja (41 % manji) u usporedbi s kratkim dentalnim implantatima jer kratki implantati imaju manju površinu na kojoj bi se mogla raspršiti sila (33). U skladu s istraživanjem Guan i sur., utvrđeno je da je vrijednost *von Mises* naprezanja na kortikalnoj bukalnoj kosti oko vrata kratkog dentalnog implantata 2-3 puta veća od standardnog implantata (61).

Studije pokazuju da je sila koja se javlja prilikom žvakanja u lateralnim područjima često 400 % veća u odnosu na frontalno područje (62). Stoga se veća stopa neuspjeha ugradnjom kratkih dentalnih implantata nakon protetskog opterećenja može objasniti upravo razvijanjem jakih neaksijalnih okluzalnih sila (33, 63–65).

U mnogim znanstvenim i kliničkim istraživanjima kao jedan od razloga povećanog neuspjeha kratkih implantata navodi se smanjena kontaktna površina između implantata i kosti koja je rezultat smanjene dužine implantata. Logično je pomisliti da bi kratki dentalni implantati upravo zbog tih razloga teže podnosili opterećenja. Trenutačni znanstveni dokazi pokazuju da dizajn implantata može igrati odlučujuću ulogu u povećanju kliničkih performansi (66, 67).

Makro dizajn implantata definira njegovu geometriju tijela, dužinu i promjer, a mikro dizajn površinu implantata.

Najvažnija uloga makro-dizajna implantata jest osigurati adekvatnu stabilnost nakon ugradnje, ali i promovirati interakciju s koštanim tkivom kroz proces oseointegracije. Sama je površina, odnosno mikro-dizajn, tijekom razvoja implantologije pretrpjela brojne modifikacije. Međutim, istraživanja su pokazala da je osteoblastna aktivnost mnogo izraženija na hrapavoj površini. Mehanički obrađena ili kiselinom tretirana površina implantata postiže manju kontaktnu površinu implantata i kosti u usporedbi s hrapavom površinom implantata (38, 46, 68–71).

Geometrija visine i dubine navoja, također, je ključna u postizanju veće kontaktne površine implantata i kosti. Što je veći broj navoja, to je veća kontaktna površina te je bolja raspodjela okluzalne sile prilikom opterećenja kratkih dentalnih implantata u kosti manje gustoće (72, 73).

Nekoliko je studija utvrdilo utjecaj promjera implantata (33, 74–77). Molon i suradnici (20) ističu da povećanje promjera smanjuje intenzitet naprezanja duž implantata. Prema tome, za svako povećanje od 2 mm u promjeru implantata, postiže se 67 % povećanje površine na koju se prenosi sila, što je ekvivalentno porastu od 5 mm duljine implantata (78).

Nadalje, kada je implantat pod okluzalnim preopterećenjem, najveće je naprezanje rasprostranjeno u prva tri navoja implantata, pokazujući da širina implantata igra ključnu ulogu u usporedbi s duljinom (38, 79).

Proizvođači se pored dizajna i površine implantata fokusiraju i na protetsku platformu implantata. Vrsta protetske platforme utječe na stabilnost tvrdog i mekog tkiva kroz dulje razdoblje. S biomehaničkog gledišta, spoj između implantata i nadogradnje utječe na stvaranje naprezanja na kortikalnoj kosti oko implantata, protetske komponente, na stabilnost protetskog nadomjeska i mikropropuštanje bakterija (80, 81).

Važna biološka komplikacija kod svi implantatnih sustava, bilo da je riječ o kratkim ili standardnim dentalnim implantatima, jest mikropropuštanje između implantata i nadogradnje. Brojna istraživanja navode kako su u području spoja implantata i bataljka prisutne bakterije, upalni agensi i nakupine neutrofila te ostale upalne stanice koje infiltriraju tkivo oko implantata i potiču osteoklastične procese koji rezultiraju gubitkom kosti (82).

Iako se na tržištu nalazi veliki broj različitih implantoloških sustava (Tablica 1.: *Straumann SLActive, Pyramidion, BTI, Biohorizons, MasterPorous, Nobelspeedy Shorty, OsseoSpeed, Endopore, Branemark Implants, MegaGen, Zimmer Osseotite implants 3i, Bicon*), najzastupljeniji oblik dentalnih implantata su *platform switching* (s promjenom platforme) implantati koničnog ili cilindričnog oblika s navojima te s unutarnjim ili vanjskim heksagon spojem na vertikalni vijak (83–87). Promjena platforme (PS) dopušta povećanje preostalog krestalnog volumena alveolarne kosti oko vrata implantata, obnavlja papilu na više estetsku i odgovarajuću razinu, smanjuje mehaničko naprezanje u krestalnom području alveolarnog grebena i pomaže u jačanju vaskularne opskrbe tvrdog i mekog tkiva u slučaju smanjenja interdentalnog prostora (84). Unutarnji spoj često čini Morseov konus ili tzv. *hladni var*. Morseov konus omogućuje izvanrednu mehaničku stabilnost spoja, smanjuje mikropukotinu na spoju nadogradnje i implantata, što reducira akumulaciju bakterija te stvaranje bakterijskog biofilma na samom spoju (37, 88–93), a istodobno se vrlo lako može odvojiti od implantata u slučaju nekakvih bioloških ili tehničkih komplikacija. Neki proizvođači čak navode da kod njihovog unutarnjeg spoja nema mikropropuštanja (*Ankylos, Zimmer*) (94, 95).

Smanjena vertikalna dimenzija lateralnog alveolarnog grebena gornje i donje čeljusti povećava međučeljsni prostor i kompenzacija izgubljene vertikale uspostavlja se povećanjem visine protetske krunice (96). Kao posljedica toga, nastaje povećani C/I omjer.

Biomehanika visine krunice odnosi se na mehaniku poluge (97). Misch i suradnici (98) ističu da ako se visina krunice poveća s 10 na 20 mm, sila koja se prenosi na oseointegrirani implantat je povećana za 100 % (97). Pojava lateralnih sila pod kutom od 12° na protetskom nadomjesku, za 20 % povećava prijenos sile na implantat. Matematički gledano, sila od 100 N i kut od 12° će rezultirati silom od 120 N na protetsku krunicu, koja će se povećati na 315 N mm sile pritiska na krestalnu kost periimplantantnog tkiva ako je visina krunice 15 mm (98). Kako bi se to izbjeglo, potrebno je ukloniti bočne sile na protetske nadomjestke nošene kratkim dentalnim implantatima u lateralnom području. To se može postići uspostavom novog koncepta okluzije, tzv. koncept implantat-zaštićene okluzije (IPO), koji su 1994. godine predložili autori Misch i Bidez (98). Promjenom okluzijskih kontakata, modifikacijom anatomije nadomjeska, prilagodbom smjera opterećenja te uklanjanjem nepovoljnih kontakata smanjuje se okluzijsko opterećenje na implantat, čime se utječe na njegovu dugotrajnost i funkcionalnost. Redukcijom preranih kontakata i okluzijskih interferencija između položaja centrične relacije i maksimalne interkuspidacije nestaje preopterećenost koja se u tom trenutku pojavljuje na implantatu. Osim toga, slobodan prostor od 1 do 1,5 mm između navedenih položaja osigurava povoljnije vertikalno opterećenje (62, 98). Cjelokupna površina implantata trebala bi biti dovoljna za prijenos namijenjenog opterećenja. Ako površina oseointegracije nije dostatna, može se sniziti visina krune, povećati širina implantata te se mogu povezati u blok ili se eventualno primijeniti dodatni implantati te augmentacija kosti (62, 98). Bitno je uvijek težiti aksijalnom opterećenju implantata, što se postiže planiranjem kontakata na ravnoj površini okomitoj na njegovo tijelo. Prilagođava se morfologija krune, tako da se centralna jamica nalazi točno iznad tijela implantata te je proširena za 2-3 mm što omogućuje primarni kontakt antagonista izravno u sredinu nadomještenog zuba. Sekundarni bi se kontakt trebao nalaziti unutar 1 mm od primarnog. Izradom prilagođenih kvržica blažih kosina smanjuje se mogućnost nastanka transverzalnih sila pri žvakanju. Bukolingvalna širina se reducira, a to, također, korigira smjer djelovanja sile, smanjuje mogućnost frakture te olakšava higijenu sulkusnog područja. Pozornost se obraća i na visinu krune koja je često viša od anatomske, a pri djelovanju lateralnih sila nepovoljno utječe na tijelo implantata jer povećava moment sile koji djeluje na kost (98). U dinamičkoj okluziji, pri terapiji pokrovnim protezom retiniranom kugličnim spojkama, zbog prijenosa sila i na sluznicu, primjenjuje se

koncept unilateralno uravnotežene okluzije te se u kontakt postavljaju zubi radne strane (84). U slučaju fiksnih nadomjestaka ili mobilnih s krutim ležištem (prečke i teleskopske krunice), koncept izbora jest uzajamno zaštićena okluzija, odnosno vođenje očnjakom. Pri maksimalnoj interkuspidaciji stražnji zubi diskcludiraju prednje te ih štite od jakih sila. S druge strane, prilikom lateralnih kretnji očnjak diskcludira stražnje zube. Međutim, ovaj je koncept dinamičke okluzije problematičan u pacijenata s bruksizmom u kojih se razvijaju jake, nekontrolirane sile neprepoznate zbog smanjene propriocepcije. Tijekom vremena nastaje abrazija ili lom obložnog materijala te se koncept vođenja očnjakom zamjenjuje unilateralno ili bilateralno uravnoteženom okluzijom (84).

Biomehanički pristup smanjenja sile opterećenja u lateralnom segmentu može se postići povećavanjem područja preko koje se prenosi okluzalna sila. Klinički gledano ovaj se koncept može izraziti modifikacijom površine implantata, povećanjem broja kratkih dentalnih implantata i povezivanjem istih u blok (splintiranje). Povezivanje implantata omogućuje bolji prijenos sila na kost i izbjegava se preopterećenje, osobito u područjima s lošom kvalitetom kosti. Mnoge studije upravo splintiranje tj. povezivanje implantata u blok preporučuju kao jednu od mjera za bolji uspjeh kratkih implantata (71, 99–104).

Splintiranje je opravdano jer pomaže raspodijeliti funkcionalno opterećenje i smanjiti marginalni gubitak kosti (MBL) oko implantata koji je uzrokovan preopterećenjem u područjima slabije kvalitete kosti, situacijama nepovoljnog omjera krunice i implantata, neaksijalno ugrađenog implantata i pacijenata s parafunkcijskim navikama (84).

Biomehanički učinak povezivanja kratkog dentalnog implantata s kratkim dentalnim implantatom u usporedbi s povezivanjem kratkog dentalnog implantata sa standardnim dentalnim implantatom nije pokazao značajnu razliku marginalnog gubitka kosti (105).

Iako je povezivanje kratkih dentalnih implantata u blok vrlo preporučljivo u lateralnom dijelu čeljusti, kako bi se izbjegao nepovoljni utjecaj sile (38, 85), mnoga su ispitivanja pokazala uspješan koncept opterećenja kratkih implantata s pojedinačnim restauracijama, pojedinačnim krunicama, nudeći pritom adekvatan protetski pristup, uključujući bolje profile nadomjeska i lakše održavanje oralne higijene u usporedbi s drugim opcijama fiksnih mosnih konstrukcija (99, 106–110). U navedenim istraživanjima nisu pronađene klinički značajne razlike marginalnog gubitka kosti splintiranih i nesplintiranih kratkih implantata. Prednosti nesplintiranja kratkih dentalnih implantata su mogućnosti uspostave optimalne estetike te mogućnost održavanja odgovarajuće oralne higijene, što je jedan od glavnih čimbenika

povezanih s periimplantitisom (73). Stoga, iako je splintiranje implantata prema nekim autorima preporučeno, kliničarima još uvijek predstavlja nedoumicu.

Za razliku od prethodnih znanstvenika Zhang i suradnici (111) zaključili su da protetski parametri kao što je C/I omjer, meziodistalna dimenzija protetskog nadomjeska i širina okluzalne plohe nisu imali utjecaj na periimplantatni gubitak kosti ili stope komplikacija, osim u pacijenata s izraženom parafunkcijom – bruksizmom (112–116).

Tawil i suradnici ističu (46) da povećane vrijednosti C/I omjera (omjer krunica implantata) i širine okluzalne plohe OT (*occlusal table*), nisu glavni faktor rizika u slučajevima povoljne raspodjele sile na kortikalnu kost jer u 67 % slučajeva, meziodistalna duljina proteze bila je manja od odgovarajuće dužine zuba, što je možda pridonijelo povoljnoj raspodjeli sila.

Okluzijska razmatranja, kao što su privjesak i bruksizam, kontroverzne su teme u dentalnoj implantologiji. Međutim, definitivan odnos uzroka i posljedice između bruksizma i gubitka implantata još nije dokazan (111).

Gustoća kosti izravno je proporcionalna sili opterećenja koja se prenosi na kost. Kost manje gustoće podnosi manju silu opterećenja, od 50 % do 80 % u usporedbi s kosti veće gustoće (117). Implantoprotetska terapija u kosti niže gustoće u prosjeku ima 16 % veću stopu neuspjeha u usporedbi s idealnom kvalitetom kosti (118). Lateralne regije čeljusti obično imaju manju gustoću kosti od prednjih regija (119). Osim toga, udruživanje dva ili više čimbenika, kao što su navike pacijenata (pušači), parafunkcije (bruksizam), kirurški aspekt (primarna stabilnost ili ne), kvaliteta i količina kosti, parodontološki kompromitirani pacijenti te sustavne bolesti imaju važnu ulogu u neuspjehu implantoprotetske rehabilitacije.

Mnoge su studije izvijestile o odnosu pušenja i neuspjeha oseintegracije. Jedino je u situaciji loše kvalitete kosti, tip IV, pušenje uzrokovalo dodatne probleme jer takva kost može smanjiti primarnu stabilnost implantata (28, 90, 120, 121).

Sva prethodno napisana stajališta o uporabi kratkih dentalnih implantata temeljila su se na analizi kliničkih slučajeva gdje su korišteni implantantni sustavi na vijak, no brojna istraživanja navode da su upravo implantati na vijčanu vezu povezani s češćim biološkim i tehničkim komplikacijama, na razini kontaktne površine implantata i nadogradnje (IACI), gdje se zbog slabe točnosti spajanja navoja i prisustva mikropukotine stvaraju mikrobiološka kolonizacija i komplikacije povezane s lomom vijka (21, 122–126). Jedinstveni implantološki sustav koji spaja nadogradnju i implantat bez vertikalnog vijka jest *Bicon Implant System*.

Bicon Implant System ima jedinstven dizajn ramena implantata. Njihova je filozofija konus koji iznosi samo $1,5^\circ$ bez dodatnih antirotacijskih elemenata, zbog čega se nadogradnje unutar implantata mogu rotirati do 360° , a upravo mali konus smanjuje mikropukotinu na samo 0,5 mikrona te sprječava mikropropuštanje bakterija na razini implantat-nadogradnja (IACI) (122), čime se postižu brojne prednosti u pogledu cijeljenja i oseointegracije (127). Rame implantata je zakošeno, što kod opterećenja smanjuje naprezanje na okolnu kost čime ostaje više mjesta za stvaranje kosti koja podupire meka tkiva (127). Nadogradnje imaju uži promjer od implantata (*platform switching*) i mogu biti pod kutom od 15° do 25° .

S biomehaničkog gledišta, Bicon implantati su mehanički stabilniji jer nema protetskih komplikacija povezanih s lomom vijka. Također ova vrsta veze implantat-nadogradnja može izdržati velike lateralne sile (128). Zahvaljujući Morseovom konusnom načelu, nastaje jako trenje između dviju površina jednakih konusnih oblika te obje površine prolaze kroz neku vrstu interpenetracije i spajanja kao posljedica kontaktnog tlaka. Navedeno znači da i implantat i nadogradnja praktički čine jedno tijelo, pa ovaj sustav, u usporedbi sa sustavima na vijak, distribuira naprezanje homogeno kroz cijelu jedinicu (123).

Brojne su studije pokazale visoku stopu preživljavanja dentalnih implantata s ovom vrstom veze (21, 123–126). Rezultati istraživanja Birdi i sur. (129) upućuje na to da C/I omjer ne utječe na uspjeh *Bicon* dentalne implantate. Nije pronađen odnos između povećanog omjera krunica/implantat i aproksimalnog MBL oko implantata. Povećani C/I omjer pokazao je niži MBL u usporedbi s manjim C/I omjerom, što se može pripisati dizajnu implantata koji slijedi čvrsta bio-inženjerska načela koja osiguravaju stvaranje zrele, kortikalne kosti u razini hrapave površine ramena implantata. Zaobljen padajući rub vrata implantata osigurava estetiku gingive oko krunice na implantatu. Upravo smanjenje MBL-a oko implantata osigurava koštanu potporu interdentalnim papilama (130–132).

S obzirom na to da je većina pronađenih istraživanja temeljena na kratkom vremenskom intervalu praćenja uspješnosti opstanka implantoprotetskih radova nošenih kratkim dentalnim implantatima, teško je procijeniti kolika je zaista dugoročna uspješnost njihove primjene u usporedbi sa standardnim dentalnim implantatima.

5. ZAKLJUČAK

Smjernice za kliničku praksu uglavnom se temelje na istraživanjima s kratkim vremenom praćenja, nesustavnim pregledima ili mišljenjima stručnjaka, umjesto na dokazima dobivenim iz visokokvalitetnih studija i sustavnih pregleda. Danas je teško postići konsenzus oko klasifikacije dimenzije kratkog dentalnog implantata, stoga ne čudi što ne postoje jedinstvene kliničke smjernice za njihovu uspješnu kliničku primjenu u terapiji bezubosti.

Zaključno, za visok ukupni kumulativni uspjeh kratkih dentalnih implantata potrebno je maksimalno smanjiti biomehaničko naprezanje na razini protetski nadomjestak-implantat-kost, poštivanjem sljedećih protetskih kriterija uspješnosti:

1. ugradnja kratkih dentalnih implantata u kost veće gustoće
2. pozicioniranje implantata u smjeru koji omogućuje aksijalni prijenos sila
3. uporaba implantata hrapave površine većeg promjera sa što većim brojem navoja
4. postizanje koncepta implantat-zaštićene okluzije
5. uklanjanje lateralnih sila na protetskim nadomjescima
6. izbacivanje privjesaka na protetskim nadomjescima
7. splintiranje implantata
8. uporaba relaksacijskih okluzijskih udlaga u slučaju bruksizma.

6. LITERATURA

1. Lee KJ, Kim YG, Park JW, Lee JM, Suh JY. Influence of crown-to-implant ratio on periimplant marginal bone loss in the posterior region: a five-year retrospective study. *J Periodontal Implant Sci.* 2012 Dec;42(6):231-6.
2. Lombardo G, Pighi J, Marincola M, Corrocher G, Simancas-Pallares M, Nocini PF. Cumulative Success Rate of Short and Ultrashort Implants Supporting Single Crowns in the Posterior Maxilla: A 3-Year Retrospective Study. *Int J Dent.* 2017 Jul;1–10.
3. Yamanishi Y, Yamaguchi S, Imazato S, Nakano T, and Yatani H. Influences of implant neck design and implant abutment joint type on peri-implant bone stress and abutment micromovement: three-dimensional finite element analysis. *Dent Mater.* 2012 Nov;28(11):1126-33.
4. Jomjunyong K, Rungsiyakull P, Rungsiyakull C, Aunmeungtong W, Chantaramungkorn M, Khongkhunthian P. Stress distribution of various designs of prostheses on short implants or standard implants in posterior maxilla: a three dimensional finite element analysis. *Oral Implantol (Rome).* 2017 Jan 21;10(4):369-80.
5. das Neves F, Fones D, Bernardes S, do Prado C, Neto A. Short implants-an analysis of longitudinal studies. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2006 Jan-Feb;21(1):86-93.
6. Strietzel FP, Reichart PA. Oral rehabilitation using Camlog screw-cylinder implants with a particle-blasted and acid-etched microstructured surface. Results from a prospective study with special consideration of short implants. *Clin Oral Implants Res.* 2007 Oct;18(5):591-600.
7. Morand M, Irinakis T. The challenge of implant therapy in the posterior maxilla: providing a rationale for the use of short implants. *J Oral Implantol.* 2007;33(5):257-66.
8. Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Implants Res.* 2006 Oct;17 Suppl 2:35-51.
9. Srinivasan M, Vazquez L, Rieder P, Moraguez O, Bernard JP, Belser UC. Efficacy and predictability of short dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012 Nov-Dec;27(6):1429-37.
10. Nisand D, Renouard F. Short implant in limited bone volume. *Periodontol 2000.* 2014 Oct;66(1):72-96.
11. Neugebauer J, Nickenig H, Zoller J. Update on short, angulated an diameter-reduced implants. *BDIZ EDI.* 2016 Feb;1–9.

12. Bahat O. Branemark system implants in the posterior maxilla: clinical study of 660 implants followed for 5 to 12 years. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2000;646–53.
13. Winkler S, Morris HF, Ochi S. Implant survival to 36 months as related to length and diameter. *Ann Periodontol*. 2000 Dec;5(1):22-31.
14. Pierrisnard L, Renouard F, Renault P, Barquins M. Influence of implant length and bicortical anchorage on implant stress distribution. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2003;5(4):254-62.
15. Weng D, Jacobson Z, Tarnow D, Hurzeler MB, Faehn O, Sanavi F. A prospective multicenter clinical trial of 3i machined-surface implants: results after 6 years of follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2003;417–23.
16. Reich, W, Schweyen R, Heinzelmann C, Hey J, Al-Nawas B, Eckert AW. Novel expandable short dental implants in situations with reduced vertical bone height—technical note and first results. *Int J Impl Dent*. 2017;3(1).
17. Anitua E, Piñas L, Orive G. Retrospective Study of Short and Extra-Short Implants Placed in Posterior Regions: Influence of Crown-to-Implant Ratio on Marginal Bone Loss. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2013;17(1):102–10.
18. Naenni N, Sahrman P, Schmidlin PR., Attin T, Wiedemeier DB, Sapata V et al. Five-Year Survival of Short Single-Tooth Implants (6 mm): A Randomized Controlled Clinical Trial. *J Dent Res*. 2018;97(8):887–92.
19. Guarnieri R, Di Nardo D, Gaimari G, Miccoli G, Testarelli L. Short vs. Standard Laser-Microgrooved Implants Supporting Single and Splinted Crowns: A Prospective Study with 3 Years Follow-Up. *J Prosthodont*. 2018 Aug.
20. de Molon RS, Lages FS, Rivera CP, de Souza Faloni AP, Margonar R, Queiroz TP. Evaluation of Short and Regular Implants after Prosthesis Placement in the Mandible: A Nonrandomized Controlled Clinical Trial. *J Contemp Dent Pract*. 2017 Dec;18(12):1122-9.
21. Demiralp KO, Akbulut N, Kursun S, Argun D, Bagis N, Orhan K. Survival Rate of Short, Locking Taper Implants with a Plateau Design: A 5-Year Retrospective Study. *Biomed Res Int*. 2015;1–8.
22. Rossi F, Ricci E, Marchetti C, Lang NP, Botticelli D. Early loading of single crowns supported by 6-mm-long implants with a moderately rough surface: a prospective 2-year follow-up cohort study. *Clinical Oral Implants Research*. *Clin Oral Impl*. 2010; 937–43.

23. Malo P, De Araújo Nobre M, Lopes A. Short implants in posterior jaws. A prospective 1-year study. *Eur J Oral Implantol*. 2011;4(1):47-53.
24. Perelli M, Abundo R, Corrente G, Saccone C. Short (5 and 7 mm long) porous implants in the posterior atrophic mandible: a 5-year report of a prospective study. *Eur J Oral Implantol*. 2011;4(4):363–8.
25. Lops D, Bressan E, Pisoni G, Cea N, Corazza B, Romeo E. Short Implants in Partially Edentulous Maxillae and Mandibles: A 10 to 20 Years Retrospective Evaluation. *Int J Dent*. 2012;1–8.
26. Rossi F, Botticelli D, Cesaretti G, De Santis E, Storelli S, Lang NP. Use of short implants (6 mm) in a single-tooth replacement: a 5-year follow-up prospective randomized controlled multicenter clinical study. *Clin Oral Implants Res*. 2015;27(4):458–64.
27. Sahrman P, Naenni N, Jung RE, Held U, Truninger T, Hämmerle CHF, Schmidlin PR. Success of 6-mm Implants with Single-Tooth Restorations. *J Dent Res*. 2016; 95(6):623–8.
28. Pieri F, Aldini NN, Fini M, Marchetti C, Corinaldesi G. Preliminary 2-year report on treatment outcomes for 6-mm long implants in posterior atrophic mandibles. *Int J Prosthodont*. 2012;279–89.
29. Karthikeyan I, Shrikar RD, Rika S. Short implants: A systematic review. Department of Periodontology and Implantology, H.K.E. Society's S. Nijalingappa Institute of Dental Sciences and Research, Gulbarga, Karnataka, India. 2012; 16(3): 302-12.
30. Lorenz J, Blume M, Korzinskas T, Ghanaati S, A Sader R. Short implants in the posterior maxilla to avoid sinus augmentation procedure: 5-year results from a retrospective cohort study. *Int J Impl Dent*. 2019;5:3.
31. Coelho PG, Suzuki M, Guimaraes MVM et al. Early bone healing around different implant bulk designs and surgical techniques: a study in dogs. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2010; 202–8.
32. Streckbein P, Streckbein RG, Wilbrand JF, Malik CY, Schaaf H, Howaldt HP et al. Non-linear 3D evaluation of different oral implant-abutment connections. *J Dent Res*. 2012;91(12):1184–9.
33. Pellizzer EP, de Mello CC, Santiago Junior JF, de Souza Batista VE, de Faria Almeida DA, Verri FR. Analysis of the biomechanical behavior of short implants: the photo-elasticity method. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2015;55:187–92.

34. Pommer B, Hingsammer L, Haas R, Mailath-Pokorny G, Busenlechner D, Watzek G, Fürhauser R. Denture-related biomechanical factors for fixed partial dentures retained on short dental implants. *Int J Prosthodont*. 2015;28(4):412–4.
35. Kim Y, Oh TJ, Misch CE, Wang HL. Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale. *Clin Oral Implants*. 2005;16(1):26–35.
36. Arlin ML. Short dental implants as a treatment option: results from an observational study in a single private practice. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2006 Sep-Oct;21(5):769-76.
37. Yokoyama S, Wakabayashi N, Shiota M, Ohyama T. Stress analysis in edentulous mandibular bone supporting implant-retained 1-piece or multiple superstructures. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2005 Jul-Aug;20(4):578-83.
38. Misch CE. Short dental implants: a literature review and rationale for use. *Dent Today*. 2005 Aug;24(8):64-8.
39. Esposito M, Felice P, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: augmentation procedures of the maxillary sinus. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014 May 13;(5):CD008397.
40. Eduardo A. Imedijatno opterećenje kratkih implantata u stražnjem dijelu gornje čeljusti: prikazi slučajeva. *Acta stomatol Croat*. 2017;51:157-62.
41. Misch CE, Steignga J, Barboza E, Misch-Dietsh F, Cianciola LJ, Kazor C. Short dental implants in posterior partial edentulism: A multicenter retrospective 6-year case series study. *J Periodontol*. 2006;77:1340-7.
42. Mendonça JA, Francischone CE, Senna PM, Matos de Oliveira AE, Sotto-Maior BS. A retrospective evaluation of the survival rates of splinted and non-splinted short dental implants in posterior partially edentulous jaws. *J Periodontol*. 2014;85:787-94.
43. Higuchi KW, Folmer T, Kultje C. Implant survival rates in partially edentulous patients: A 3-year prospective multicenter study. *J Oral Maxillofac Surg* 1995;53: 264-8.
44. Testori T, Wiseman L, Wolfe S, Porter SS. A prospective multicenter clinical study of the Osseotite implant: Four-year interim report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2001;16:193-200.
45. Lekholm U, Gunne J, Henry P, et al. Survival of the Brånemark implant in partially edentulous jaws: A 10- year prospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1999;14:639-45.

46. Tawil G, Younan R. Clinical evaluation of short, machined-surface implants followed for 12 to 92 months. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2003 Nov-Dec;18(6):894-901.
47. van Steenberghe D, De Mars G, Quirynen M, Jacobs R, Naert I. A prospective split-mouth comparative study of two screw-shaped self-tapping pure titanium implant systems. *Clin Oral Implants Res*. 2000 Jun;11(3):202-9.
48. Chan HL, Brooks SL, Fu JH, Yeh CY, Rudek I, Wang HL. Cross-sectional analysis of the mandibular lingual concavity using cone beam computed tomography. *Clin Oral Implants Res*. 2011 Feb;22(2):201-6.
49. Sharan A, Madjar D. Maxillary sinus pneumatization following extractions: a radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2008 Jan-Feb;23(1):48-56.
50. Monje A, Chan HL, Fu JH, Suarez F, Galindo-Moreno P, Wang HL. Are Short Dental Implants (<10 mm) Effective? A Meta-Analysis on Prospective Clinical Trials. *J Periodontol*. 2013;84(7):895-904.
51. Esposito M, Cannizzaro G, Soardi E, et al. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 6 mm-long, 4 mm-wide implants or by longer implants in augmented bone. Preliminary results from a pilot randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol*. 2012 Spring;5(1):19-33.
52. Pieri F, Aldini NN, Fini M, Marchetti C, Corinaldesi G. Rehabilitation of the atrophic posterior maxilla using short implants or sinus augmentation with simultaneous standard-length implant placement: A 3-year randomized clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012 Mar.
53. Frank RP, Brudvik JS, Leroux B, Milgrom P, Hawkins N. Relationship between the standards of removable partial denture construction, clinical acceptability, and patient satisfaction. *J Prosthet Dent*. 2000 May;83(5):521-7.
54. Del Fabbro M, Wallace SS, Testori T. Long-term implant survival in the grafted maxillary sinus: a systematic review. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2013 Nov-Dec;33(6):773-83.
55. Garbacea A, Lozada JL, Church CA, Al-Ardah AJ, Seiberling KA, Naylor WP, et al. The incidence of maxillary sinus membrane perforation during endoscopically assessed crestal sinus floor elevation: a pilot study *J Oral Implantol*. 2012 Aug;38(4):345-59.
56. Geng JP, Tan KB, Liu GR. Application of finite element analysis in implant dentistry: a review of the literature. *J Prosthet Dent*. 2001;85(6):585-98.

57. Lum LB. A biomechanical rationale for the use of short implants. *J Oral Implantol.* 1991;17(2):126-31.
58. Rieger MR, Mayberry M, Brose MO. Finite element analysis of six endosseous implants. *J Prosthet Dent.* 1990 Apr;63(4):457-65.
59. Nissan J, Ghelfan O, Gross O, Priel I, Gross M, Chaushu G. The effect of crown/implant ratio and crown height space on stress distribution in unsplinted implant supporting restorations. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69:1934-9.
60. Ishigaki S, Nakano T, Yamada S, Nakamura T, Takashima F. Biomechanical stress in bone surrounding an implant under simulated chewing. *Clin Oral Implants Res.* 2003 Feb;14(1):97-102.
61. Guan H, van Staden R, Loo YC, Johnson N, Ivanovski S, Meredith N. Influence of bone and dental implant parameters on stress distribution in the mandible: a finite element study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009; 24:866-76.
62. Misch CE. *Dental Implant Prosthetics.* St. Louis: Elsevier/Mosby; 2005. Occlusal considerations for implant supported prostheses. *Implant protected occlusion*; p: 472-510.
63. Garaicoa PC, Suárez-López del AF, Monje A, Catena A, Ortega-Oller I, Galindo MP, et al. Influence of crown/implant ratio on marginal bone loss: a systematic review. *J Periodontol.* 2014 Sep;85(9):1214-21.
64. Brenner M, Brandt J, Lauer HC. Prothetische Versorgung auf kurzen Implantaten. *Zahnmedizin up2date.* 2014;2:123–42.
65. Pommer B, Hingsammer L, Haas R, Mailath-Pokorny G, Busenlechner D, Watzek G, Fürhauser R. Denture-related biomechanical factors for fixed partial dentures retained on short dental implants. *Int J Prosthodont.* 2015;28(4):412–4.
66. Lee KJ, Kim YG, Park JW, Lee JM, Suh JY. Influence of crown-to-implant ratio on periimplant marginal bone loss in the posterior region: a five-year retrospective study. *J Periodontal Implant Sci.* 2012 Dec;42(6):231-6.
67. Nisand D, Renouard F. Short implant in limited bone volume. *Periodontol* 2000. 2014;66:72–96.
68. Piattelli M, Scarano A, Paolantonio M, Iezzi G, Petrone G, Piattelli A. Bone response to machined and resorbable blast material titanium implants: An experimental study in rabbits. *J Oral Implantol.* 2002;28(1):2-8.

69. Testori T, Wiseman L, Wolfe S, Porter SS. A prospective multicenter clinical study of the Osseotite implant: Four-year interim report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2001;16:193-200.
70. van Steenberghe D, De Mars G, Quirynen M, Jacobs R, Naert I. A prospective split-mouth comparative study of two screw-shaped self-tapping pure titanium implant systems. *Clin Oral Implants Res.* 2000 Jun;11(3):202-9.
71. Gaviria L, Salcido JP, Guda T, Ong JL. Current trends in dental implants. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2014;40(2):50-60.
72. Solnit GS, Schneider RL. An alternative to splinting multiple implants: use of the ITI system. *J Prosthodont.* 1998 Jun;7(2):114-9.
73. Yilmaz B, Seidt JD, McGlumphy EA, Clelland NL. Comparison of strains for splinted and nonsplinted screw-retained prostheses on short implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011 Nov-Dec;26(6):1176-82.
74. Baggi L, Cappelloni I, Di Girolamo M, Maceri F, Vairo G. The influence of implant diameter and length on stress distribution of osseointegrated implants related to crestal bone geometry: a three-dimensional finite element analysis. *J Prosthet Dent.* 2008 Dec;100(6):422-31.
75. Teixeira ER, Sato Y, Akagawa Y, Shindoi N. A comparative evaluation of mandibular finite element models with different lengths and elements for implant biomechanics. *J Oral Rehabil.* 1998;25:299-303.
76. Kitagawa T, Tanimoto Y, Nemoto K, Aida M. Influence of cortical bone quality on stress distribution in bone around dental implant. *Dent Mater J.* 2005 Jun;24(2):219-24.
77. Holmgren EP, Seckinger RJ, Kilgren LM, Mante F. Evaluating parameters of osseointegrated dental implants using finite element analysis-a two-dimensional comparative study examining the effects of implant diameter, implant shape, and load direction. *J Oral Implantol.* 1998;24(2):80-8.
78. Macedo JP, Pereira J, Vahey BR, Henriques B, Benfatti CAM, Magini RS et al. Morse taper dental implants and platform switching: The new paradigm in oral implantology. *Eur J Dent.* 2016;10(1):148-54.
79. Engel E, Weber H. Treatment of edentulous patients with temporomandibular disorders with implant-supported overdentures. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995 Nov-Dec;10(6):759-64.

80. Yamanishi Y, Yamaguchi S, Imazato S, Nakano T, Yatani H. Influences of implant neck design and implant abutment joint type on peri-implant bone stress and abutment micromovement: three-dimensional finite element analysis. *Dent Mater.* 2012 Nov;28(11):1126-33.
81. Nishioka RS, Vasconcellos LGO, Nishioka LNBM. External hexagon and internal hexagon in straight and offset implant placement: strain gauge analysis. *Implant Dent.* 2009 Dec;18(6):512-20.
82. Lazzarra RJ, Porter SS. Platform Switching: A new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2006;26(1):9-17.
83. Levine RA, Clem DS 3rd, Wilson TG Jr, Higginbottom F, Solnit G. Multi-center retrospective analysis of the ITI implant system used for single-tooth replacements: Results of loading for 2 or more years. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1999 Jul-Aug;14(4):516-20.
84. Wolfart S, Harder S, Reich S, Sailer I, Weber V. Implantoprotetika - koncept usmjeren na pacijenta. Zagreb: Media Ogled; 2015.712p.
85. Shafie HR, White BA. Different Implant–Abutment Connections [Internet]. *Pocketdentistry*; 2015 Jan 3 [cited 2017 September 7]. Available from: <http://pocketdentistry.com/4-different-implant-abutment-connections/>
86. Pita MS, Anchieta RB, Barão VA, Garcia IR Jr, Pedrazzi V, Assunção WG. Prosthetic platforms in implant dentistry. *J Craniofac Surg.* 2011;22(6):2327-31.
87. Balik A, Karatas MO, Keskin H. Effects of different abutment connection designs on the stress distribution around five different implants: a 3-dimensional finite element analysis. *J Oral Implantol.* 2012;38:491-6.
88. Duyck J, Roesems R, Cardoso MV, Ogawa T, Camargos G, Vandamme K. Effect of insertion torque on titanium implant osseointegration: an animal experimental study. *Clin Oral Implants Res.* 2015 Feb;26(2):191-6.
89. Muftu A, Chapman RJ. Replacing posterior teeth with freestanding implants: four-year prosthodontic results of a prospective study. *J Am Dent Assoc.* 1998 Aug;129(8):1097-102.
90. de Molon RS, Morais-Camilo JA, Verzola MH, Faeda RS, Pepato MT, Marcantonio E Jr. Impact of diabetes mellitus and metabolic control on bone healing around osseointegrated implants: removal torque and histomorphometric analysis in rats. *Clin Oral Implants Res.* 2013 Jul;24(7):831-7.

91. das Neves FD, Fones D, Bernardes SR, do Prado CJ, Neto AJ. Short implants—an analysis of longitudinal studies. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2006 Jan-Feb;21(1):86-93.
92. Arlin ML. Short dental implants as a treatment option: results from an observational study in a single private practice. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2006 Sep-Oct;21(5):769-76.
93. Pierrisnard L, Renouard F, Renault P, Barquins M. Influence of implant length and bicortical anchorage on implant stress distribution. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2003 Dec;5(4): 254-62.
94. implants.dentsplysirona.com [Internet]. Dentsply Sirona; c2017; [cited September 5 2017]. Available from: <http://www.dentsplyimplants.com/Implantsystems/ANKYLOS-Product-catalog>.
95. zimmerbiometdental.com [Internet]. Zimmer Biomet; c2017 [cited: September 5 2017]. Available from: https://www.zimmerbiometdental.com/wps/portal/dental/site/dental/dentalprofessionals/surgicalsolutions!/ut/p/z1/pZFNc4IwEIZ_Sw8ccRdSBHpDD9oP6oxWhVw6gOGjAwSTKO2
96. Misch CE. Short versus long implant concepts – Functional surface areas. *Oral Health*. 1999;89:13-21.
97. Bidez MW, Misch CE. Force transfer in implant dentistry: Basic concepts and principles. *J Oral Implantol*. 1992;18(3):264-74.
98. Misch CE, Bidez MW. Implant protected occlusion: A biomechanical rationale. *Compendium*. 1994 Nov;15(11):1330-4.
99. Vigolo P, Zaccaria M. Clinical evaluation of marginal bone level change of multiple adjacent implants re-stored with splinted and non splinted restorations: a 5-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010;25:1189-94.
100. Wang TM, Leu LJ, Wang J, Lin LD. Effects of prosthesis materials and prosthesis splinting on peri-implant bone stress around implants in poor-quality bone: a numeric analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2002 Mar-Apr;17(2):231-7.
101. Misch CE, Bidez MW. A scientific rationale of dental implant design. In: Misch CE, ed. *Contemporary Implant Dentistry*. St. Louis: The CV Mosby Company; 1999; p329-43.

102. Hasan I, Bourauel C, Keilig L, Stark H, Lückerrath W. The effect of implant splinting on the load distribution in bone bed around implant-supported fixed prosthesis with different framework materials: A finite element study. *Ann Anat.* 2015;199:43-51.
103. Alvarez-Arenal A, Brizuela-Velasco A, DeLlanos-Lanchares H, Gonzalez-Gonzalez I. Should oral implants be splinted in a mandibular implant-supported fixed complete denture? A 3-dimensional-model finite element analysis. *J Prosthet Dent.* 2014 Sep;112(3):508-14.
104. Yang TC, Maeda Y, Gonda T. Biomechanical rationale for short implants in splinted restorations: an in vitro study. *Int J Prosthodont.* 2011 Mar-Apr;24(2):130-2.
105. Tioosi R, de Torres EM, Rodrigues RCS, Conrad HJ, de Mattos GC, Fok ASL, et al. Comparison of the correlation of photoelasticity and digital imaging to characterize the load transfer of implant-supported restorations. *J Prosthet Dent.* 2014;112:276-84.
106. Rangert R, Sullivan RM, Jemt TM. Load factor control for implants in the posterior partially edentulous segment. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1997 May-Jun;12(3):360-70.
107. Solnit GS, Schneider RL. An alternative to splinting multiple implants: use of the ITI system. *J Prosthodont.* 1998 Jun;7(2):114-9.
108. Mendonça JA, Francischone CE, Senna PM, Matos de Oliveira AE, Sotto-Maior BS. A retrospective evaluation of the survival rates of splinted and non-splinted short dental implants in posterior partially edentulous jaws. *J Periodontol.* 2014;85:787-94.
109. Guichet DL, Yoshinobu D, Caputo AA. Effect of splinting and interproximal contact tightness on load transfer by implant restorations. *J Prosthet Dent.* 2002 May;87(5):528-35.
110. Rokni S, Todescan R, Watson P, Pharoah M, Adegbenbo AO, Deporter D. An assessment of crown-to-root ratios with short sintered porous-surfaced implants supporting prostheses in partially edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005 Jan-Feb;20(1):69-76.
111. Zhang H. Prosthetics May Not Affect the Survival or Complication Rates of Short Implants. *J Evid Based Dent Pract.* 2007;7(3):123-4.
112. Gittelson G. Occlusion, bruxism, and dental implants: diagnosis and treatment for success. *Dent Implantol Update.* 2005 Mar;16(3):17-24.
113. Williamson R. Postoperative care for patients with implant prostheses. *J Am Dent Assoc.* 2000;131:523-4.

114. Kim Y, Oh TJ, Misch CE, Wang HL. Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale. *Clin Oral Implants Res.* 2005;16(1):26-35.
115. Misch CE. The effect of bruxism on treatment planning for dental implants. *Dent Today.* 2002;21(9):76-81.
116. Lobbzoo F, Brouwers JEIG, Cune MS, Naeije M. Dental implants in patients with bruxing habits. *J Oral Rehabil.* 2006;32:152-9.
117. Misch CE, Qu Z, Bidez MW. Mechanical properties of trabecular bone in the human mandible: Implications for dental implant treatment planning and surgical placement. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999 Jun;57(6):700-6.
118. Goodacre CJ, Bernal G, Runcharassaeng K, Kan JYK. Clinical complications with implants and implant prostheses. *J Prosthet Dent.* 2003 Aug;90(2):121-32.
119. Misch CE. Bone density: A key determinant for clinical success. In: Misch CE, ed. *Contemporary Implant Dentistry.* St. Louis: The CV Mosby Company; 1999. p109-18.
120. das Neves FD, Fones D, Bernardes SR, do Prado CJ, Neto AJ. Short implants—an analysis of longitudinal studies. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2006 Jan-Feb;21(1):86-93.
121. Kumar A, Jaffin RA, Berman C. The effect of smoking on achieving osseointegration of surface-modified implants: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002 Nov-Dec;17(6):816-9.
122. Dibart S, Warbington M, Su MF, Skobe Z. In vitro evaluation of the implant-abutment bacterial seal: the locking taper system. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005 Sep-Oct;20(5):732-7.
123. Sannino G, Barlattani A. Mechanical evaluation of an implant-abutment self-locking taper connection: finite element analysis and experimental tests. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2013 Jan-Feb;28(1):e17-26.
124. Mangano F, Macchi A, Caprioglio A., Sammons RL., Piattelli A, Mangano C. Survival and complication rates of fixed restorations supported by locking-taper implants: a prospective study with 1 to 10 years of follow-up. *J Prosthodont.* 2014;9(6):434-44.
125. Urdaneta RA, Daher S, Leary J, Emanuel KM, Chuang SK. The survival of ultrashort locking-taper implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012 May-Jun;27(3):644-54.

126. Schmitt CM, Nogueira-Filho G, Tenenbaum HC et al. Performance of conical abutment (Morse Taper) connection implants: a systematic review. *J Biomed Mater Res A*. 2014 Feb;102(2):552-74.
127. Yamanishi Y, Yamaguchi S, Imazato S, Nakano T, Yatani H. Influences of implant neck design and implant abutment joint type on peri-implant bone stress and abutment micromovement: three-dimensional finite element analysis. *Dent Mater*. 2012 Nov;28(11):1126-33.
128. Gotfredsen K, Berglundh T, Lindhe J. Bone reactions adjacent to titanium implants subjected to static load: a study in the dog. *Clin Oral Implants Res*. 2001 Feb;12(1):1-8.
129. Birdi H, Schulte J, Kovacs A, Weed M, Chuang SK. Crown-to-Implant Ratios of Short-Length Implants. *J Oral Implantol*. 2010;36(6):425–33.
130. Baldassarri M, Bonfante EA, Suzuki M, Marin C, Granato R, Tovar N, Coelho PG. Mechanical Properties of Human Bone Surrounding Plateau Root Form Implants Retrieved After 0.3–24 Years of Function. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2012 Oct;100B (7):2015-21.
131. Coelho PG, Granato R, Marin C, Bonfante EA, Janal MN, Sukuki M. Biomechanical and Bone Histomorphologic Evaluation of Four Surfaces on Plateau Root Form Implants: An Experimental Study in Dogs. *Oral Surg Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010 May;109(5):39-45.
132. Coelho PG, Bonfante EA, Marin C, Granato R., Giro G, Suzuki M. Human Retrieval Study of Plasma-sprayed Hydroxyapatite-Coated Plateau Root Form Implants After 2 Months to 13 Years in Function. *J Long Term Eff Med Implants*. 2010;20(4):335-42.

7. ŽIVOTOPIS

Sandra Kursar je rođena 16. ožujka 1990. godine u Zenici. Osnovnu školu i opću gimnaziju završila je u Trogiru. Maturirala je s odličnim uspjehom 2008. godine, nakon čega iste godine upisuje Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Diplomirala je s odličnim uspjehom 2014. godine na temu diplomskog rada „Uporaba oralnog antiseptika u prevenciji odontogene bakterijemije“. Iste godine dobiva Dekanovu nagradu za najbolji uspjeh u VI. godini integriranog preddiplomskog i diplomskog sveučilišnog studija Dentalna medicina za akademsku 2013./2014. godinu. Po završetku fakulteta odrađuje pripravnički staž te se zapošljava u Zagrebu. U Trogir se vraća 2017. godine gdje se zapošljava i danas radi. U travnju 2017. godine upisuje Poslijediplomski specijalistički studij Dentalna implantologija na Stomatološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Aktivno se služi engleskim jezikom.